

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-13474

(43)公開日 平成7年(1995)1月17日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 3 H 1/04
G 0 2 B 5/32

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平5-151762

(22)出願日 平成5年(1993)6月23日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 富田 順二

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 森田 寛 (外1名)

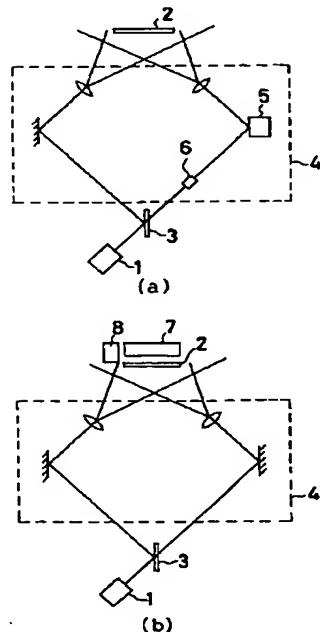
(54)【発明の名称】 ホログラム製造方法とホログラム露光装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、ホログラムを製造するホログラム製造方法と、ホログラムの露光に用いられるホログラム露光装置に関し、所望の回折効率分布を持つ高回折効率のホログラムを製造可能にするホログラム製造方法の提供と、そのホログラム製造方法の実現に用いるホログラム露光装置の提供を目的とする。

【構成】ホログラム乾板に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を少なくとも2回以上多重露光する第1の処理過程と、第1の処理過程で露光したホログラム乾板を現像する第2の処理過程とを備えるようにホログラム製造方法を構成し、また、ホログラムの干渉縞を生成するために用意する2つのレーザ光の照射角度を制御する角度制御手段を備えるようにホログラム露光装置を構成する。

本発明の原理構成図



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所望の回折効率分布を持つホログラムを製造するためのホログラム製造方法であって、ホログラム乾板に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を少なくとも2回以上多重露光する第1の処理過程と、上記第1の処理過程で露光したホログラム乾板を現像する第2の処理過程とを備えることを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項2】 請求項1記載のホログラム製造方法において、

第1の処理過程でもって、露光する干渉縞の相対位置を位相変調素子を用いて制御するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項3】 請求項1又は2記載のホログラム製造方法において、

第1の処理過程でもって、干渉縞を生成するために用意する2つの光束のいずれか一方又は双方の照射角度を制御することで、微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板に多重露光するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項4】 請求項1又は2記載のホログラム製造方法において、

第1の処理過程でもって、異なる波長のレーザ光を用いて、微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板に多重露光するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項5】 請求項4記載のホログラム製造方法において、

レーザ光源の備える波長選択光共振器を制御することで、異なる波長のレーザ光を生成して多重露光を実行していくよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項6】 請求項4記載のホログラム製造方法において、

異なる波長のレーザ光を発光する複数のレーザ光源を用いることで、多重露光を実行していくよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項7】 請求項6記載のホログラム製造方法において、

多重露光を同時に実行していくよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項8】 請求項1、2、3、4、5、6又は7記載のホログラム製造方法において、第1の処理過程でもって、多重露光の露光毎に露光量を変更していくよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項9】 請求項1記載のホログラム製造方法において、

第1の処理過程でもって、ホログラム乾板の乾板形状を

2

制御することで、微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板に多重露光するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項10】 請求項9記載のホログラム製造方法において、ホログラム乾板を温度制御することでホログラム乾板の乾板形状を制御するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項11】 請求項10記載のホログラム製造方法において、

ホログラム乾板の特定位置を固定制御しつつホログラム乾板を温度制御するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項12】 請求項1記載のホログラム製造方法において、

第1の処理過程でもって、ホログラム乾板を移動制御することで、微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板に多重露光するよう処理することを、特徴とするホログラム製造方法。

【請求項13】 レーザ光源(1)と、該レーザ光源(1)

の発光するレーザ光を2つに分岐する第1の光学系(3)と、該第1の光学系(3)により分岐された2つのレーザ光をホログラム乾板(2)に照射する第2の光学系(4)とを備えるホログラム露光装置において、上記第2の光学系(4)が、上記第1の光学系(3)により分岐されたレーザ光のいずれか一方又は双方対応に備えられて該レーザ光の照射角度を制御する角度制御手段(5)を備えることを、特徴とするホログラム露光装置。

【請求項14】 レーザ光源(1)と、該レーザ光源(1)

の発光するレーザ光を2つに分岐する第1の光学系(3)と、該第1の光学系(3)により分岐された2つのレーザ光をホログラム乾板(2)に照射する第2の光学系(4)とを備えるホログラム露光装置において、レーザ光源(1)として、異なる波長のレーザ光を発光する複数のレーザ光源を用いることを、特徴とするホログラム露光装置。

【請求項15】 レーザ光源(1)と、該レーザ光源(1)

の発光するレーザ光を2つに分岐する第1の光学系(3)と、該第1の光学系(3)により分岐された2つのレーザ光をホログラム乾板(2)に照射する第2の光学系(4)とを備えるホログラム露光装置において、

レーザ光源(1)の備える波長選択光共振器を制御することで、レーザ光の波長を制御する波長制御手段を備えることを、特徴とするホログラム露光装置。

【請求項16】 請求項13、14又は15記載のホログラム露光装置において、

第2の光学系(4)が、第1の光学系(3)により分岐されたレーザ光のいずれか一方又は双方対応に備えられて該

50

レーザ光の位相を制御する位相変調手段(6)を備えることを、

特徴とするホログラム露光装置。

【請求項17】 請求項13、14、15又は16記載のホログラム露光装置において、ホログラム乾板の露光量を制御する露光量制御手段を備えることを、

特徴とするホログラム露光装置。

【請求項18】 レーザ光源(1)と、該レーザ光源(1)の発光するレーザ光を2つに分岐する第1の光学系(3)と、該第1の光学系(3)により分岐された2つのレーザ光をホログラム乾板(2)に照射する第2の光学系(4)とを備えるホログラム露光装置において、ホログラム乾板の乾板形状を制御する形状制御手段(7)を備えることを、

特徴とするホログラム露光装置。

【請求項19】 請求項18記載のホログラム露光装置において、形状制御手段(7)は、ホログラム乾板の温度を制御する温度制御手段により構成されることを、

特徴とするホログラム露光装置。

【請求項20】 請求項19記載のホログラム露光装置において、ホログラム乾板の特定位置を固定する固定制御手段を備えることを、

特徴とするホログラム露光装置。

【請求項21】 レーザ光源(1)と、該レーザ光源(1)の発光するレーザ光を2つに分岐する第1の光学系(3)と、該第1の光学系(3)により分岐された2つのレーザ光をホログラム乾板(2)に照射する第2の光学系(4)とを備えるホログラム露光装置において、ホログラム乾板の配設位置を制御する移動制御手段(8)を備えることを、

特徴とするホログラム露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ホログラムを製造するホログラム製造方法と、ホログラムの露光に用いられるホログラム露光装置に関し、特に、所望の回折効率分布を持つ高回折効率のホログラムを製造可能にするホログラム製造方法と、そのホログラム製造方法の実現に用いるホログラム露光装置に関する。

【0002】ホログラムは、波長の等しい2つの光束の干渉縞を写真乾板に記録する構成を採って、再生光が与えられるときに、この干渉縞に従って再生光を回折させて元の像を再生していくものである。

【0003】このような特性を持つホログラムは、最近、OA機器のホログラムスキャナ等の光学系に広く使われるようになってきている。この応用分野への適用を実用的なものとするためには、所望の回折効率分布を持

つ高回折効率のホログラムを製造可能にしていく必要がある。

【0004】

【従来の技術】レーザプリンタ等の光学系にホログラムを用いる場合、印字ムラをなくすために、回折効率分布が平坦なものとなるホログラムが要求されることになる。一方、ホログラムを製造するための光源として用いられているレーザ光源は、図24に示すようなガウス分布の発光強度を持っている。

10 【0005】これから、従来では、回折効率分布が平坦なものとなるホログラムを製造する場合には、図25に示すようなガウス分布と反対の透過率分布を持つ光学フィルタを用意して、この光学フィルタを図26に示すようにレーザ光源とホログラム乾板との間に配設していくという構成を探っていた。

【0006】すなわち、従来では、レーザ光源とホログラム乾板との間に、希望するホログラムの回折効率分布を実現する透過率特性を持つNDフィルタ等の光学フィルタを配設していくことで、希望の回折効率分布を持つホログラムを製造していくという方法を探っていたのである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来技術に従っていると、ノイズ光の発生によりホログラム乾板にノイズの干渉縞が多重に記録されことで、高回折効率のホログラムを得ることができないという問題点があった。

30 【0008】すなわち、レーザ光源とホログラム乾板との間に挿入する光学フィルタは、レーザ光を反射又は吸収する粒子の散布量に従って透過率を制御する構成を採るものであるが、この光学フィルタの粒子に従ってノイズ光が発生してしまうことで、ホログラムの回折効率が低下してしまうという問題点があったのである。

【0009】本発明はかかる事情に鑑みてなされたものであって、所望の回折効率分布を持つ高回折効率のホログラムを製造可能にする新たなホログラム製造方法と、そのホログラム製造方法の実現に用いる新たなホログラム露光装置の提供を目的とする。

【0010】

40 【課題を解決するための手段】図1(a)(b)に、本発明により構成されるホログラム露光装置の原理構成を図示する。

【0011】図1中、1はレーザ光源、2はホログラム乾板、3は第1の光学系であって、レーザ光源1の発光するレーザ光を2つに分岐するもの、4は第2の光学系であって、第1の光学系3により分岐された2つのレーザ光をホログラム乾板2に照射するものである。

【0012】図1(a)に示すホログラム露光装置の第2の光学系4は、第1の光学系3により分岐されたレーザ光の照射角度を制御する角度制御手段5を備えること

があり、このとき更に、第1の光学系3により分岐されたレーザ光の位相を制御する位相変調手段6を備えることがある。ここで、この角度制御手段5／位相変調手段6は、いずれか一方のレーザ光対応に備えられることもあるし、双方のレーザ光対応に備えられることもある。

【0013】また、図1(a)に示すホログラム露光装置は、第2の光学系4が角度制御手段5を備えない構成を探るときにあって、レーザ光源1として異なる波長のレーザ光を発光する複数のレーザ光源を用いる構成を探ったり、単一のレーザ光源1を用いるとともに、この単一のレーザ光源1の波長選択光共振器を制御することでレーザ光の波長を制御する波長制御手段を備える構成を探ることがある。これらの構成を探るときに、第2の光学系4は、第1の光学系3により分岐されたレーザ光の位相を制御する位相変調手段6を備えることがある。ここで、この位相変調手段6は、いずれか一方のレーザ光対応に備えられることもあるし、双方のレーザ光対応に備えられることもある。

【0014】そして、図1(a)に示すホログラム露光装置は、更に、レーザ光の光強度を制御したり、露光時間を制御することでホログラム乾板2の露光量を制御する露光量制御手段を備えることがある。

【0015】一方、図1(b)に示すホログラム露光装置は、ホログラム乾板2の乾板形状を微小に制御する形状制御手段7を備えることがあり、この形状制御手段7としてホログラム乾板2の温度を制御する温度制御手段を用いることがある。ここで、この温度制御手段を用いるときに、ホログラム乾板2の特定位置を固定する固定制御手段を備えることがある。

【0016】また、図1(b)に示すホログラム露光装置は、形状制御手段7を備えない構成を探るときにあって、ホログラム乾板2の配設位置を微小に制御する移動制御手段8を備えることがある。

【0017】

【作用】本発明に従ってホログラムを製造する場合、図1に原理構成を図示したホログラム露光装置を用いて、先ず最初に、ホログラム乾板2に規定の空間周波数の干渉縞を露光し、続いて、この空間周波数とは微小に異なる空間周波数の干渉縞を露光する。このとき、露光量制御手段に従って、この2つの露光量を変更していくことがある。

【0018】すなわち、角度制御手段5を備えるときには、この角度制御手段5に従ってホログラム乾板2に照射するレーザ光の照射角度を変更することで、前回とは微小に異なる空間周波数の干渉縞を多重露光し、レーザ光の波長を変更できる構成を探るときには、照射するレーザ光の波長を変更することで、前回とは微小に異なる空間周波数の干渉縞を多重露光するのである。ここで、このとき、位相変調手段6に従って、多重露光する干渉縞の相対位置を制御することがある。

【0019】また、温度制御手段等の形状制御手段7を備えるときには、この形状制御手段7に従ってホログラム乾板2の形状を微小に変更することで、前回とは微小に異なる空間周波数の干渉縞を多重露光し、移動制御手段8を備えるときには、この移動制御手段8に従って例えばホログラム乾板2を微小に回転することで、前回とは微小に異なる空間周波数の干渉縞を多重露光するのである。ここで、このとき、温度制御手段の形状制御手段7を備えるときには、固定制御手段に従ってホログラム乾板2の特定位置を固定することで多重露光する干渉縞の相対位置を制御することがある。

【0020】このようにして、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光すると、続いて、この露光したホログラム乾板2を現像することでホログラムを生成する。

【0021】このように、本発明では、ホログラム乾板2に多重露光する干渉縞のうねりを利用して、所望の回折効率分布を持つホログラムを製造していく構成を探ることから、ノイズ光による回折効率の低下を招くことなく高回折効率のホログラムを製造することが可能になる。

【0022】

【実施例】以下、実施例に従って本発明を詳細に説明する。図2に、本発明により構成されるホログラム露光装置の一実施例を図示する。

【0023】図中、図1で説明したものと同じものについては同一の記号で示してある。3aはビームスプリッタであって、レーザ光源1の発光するレーザ光を2つに分岐するもの、40は反射鏡であって、ビームスプリッタ3aの分岐した一方のレーザ光を反射するもの、5aはガルバノミラーであって、ビームスプリッタ3aの分岐したもう一方のレーザ光を任意の偏向角度に反射するもの、41はレンズであって、反射鏡40の反射するレーザ光を広げてホログラム乾板2に照射するもの、42はレンズであって、ガルバノミラー5aの反射するレーザ光を広げてホログラム乾板2に照射するもの、6aはポッケルス結晶からなる位相変調素子であって、ガルバノミラー5aに入射するレーザ光の位相を電気的に変化させるものである。

【0024】図3に、ガルバノミラー5aの詳細な装置構成を図示する。ガルバノミラー5aは、この図3に示すように、左右の2つのマグネットと4つの磁極で構成される磁路の中にミラーを取り付けた可動鉄片の軸を装着して、駆動コイルに流れる電流によってこの可動鉄片の軸を任意の角度に回転させる構成を探るものであり、この構成に従って、図4に示すように、ミラーを所望の角度に回転させることで入射するレーザ光を所望の角度に反射させる機能を発揮するものである。

【0025】次に、このように構成されるホログラム露光装置を用いて実行する本発明のホログラム製造方法について説明する。本発明に従ってホログラムを製造する場合には、先ず最初に、ガルバノミラー5aの偏向角度を所定のものに設定してからホログラム乾板2を露光する。

【0026】図5に示すように、ホログラム乾板2に入射する2つのレーザ光の入射角度が θ_1, θ_2 である場合、ホログラム乾板2に形成される干渉縞の間隔 σ は、レーザ光の波長を λ とすると、よく知られているよう

に、

【0027】

【数1】

$$\sigma = \frac{\lambda}{\sin \theta_1 + \sin \theta_2}$$

【0028】で表されることになる。これから、図6の上段に示すように、この第1回目の露光でもって、 σ_1 の間隔を持つ干渉縞がホログラム乾板2に形成されて露光され、これにより、

【0029】

【数2】

$$I_1 = A \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_1} x \right)$$

【0030】で表される光強度の露光パターンがホログラム乾板2に形成されることになる。このように微小に異なる空間周波数を持つ2つの干渉縞を多重露光すると、2つの露光パターンの間で光強度のうねりを持つ新たな干渉縞が発生し、これにより所望の回折効率分布を持つホログラムを製造することが可能になる。

【0036】例えば、図7の①に示すような中心が両端に比べて低めの回折効率を示すホログラムを製造する場合には、図7の②③に示すように、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ2つの干渉縞を多重露光する際に、ホログラム乾板2の両端で干渉縞のパターンが一致するように制御することで、図7の④に示すように、中心の光強度が両端のものよりも小さなものとなるうねりの露光パターンをホログラム乾板2に形成する。そして、これを現像することで、図7の⑤に示すように、中心の高さが両端のものよりも低くなる表面レリーフ形のホログラムを製造することで、中心が両端に比べて低めの回折効率を示すホログラムを製造するのである。

【0037】このようにして製造されるホログラムは、従来技術のようにノイズ光を発生する光学フィルタを用

* ラム乾板2に形成される。ここで、式中のxはホログラム位置であり、Aは露光強度である。続いて、ガルバノミラー5aの偏向角度を所定のものに変更するとともに、位相変調素子6aを用いてガルバノミラー5aに入射するレーザ光の位相を変化させてホログラム乾板2を露光する。

【0031】このガルバノミラー5aの偏向角度の変更によりホログラム乾板2に入射するレーザ光の入射角度が変化するとともに、位相変調素子6aによりレーザ光の位相が変化し、これから、図6の下段に示すように、この第2回目の露光でもって、前回の間隔 σ_1 とは微小に異なる間隔 σ_2 を持つ干渉縞が、ホログラム乾板2に位相変化に対応する距離分ずれて形成されて露光され、これにより、

【0032】

【数3】

$$I_2 = B \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_2} x + \alpha \right)$$

【0033】で表される光強度の露光パターンがホログラム乾板2に形成される。ここで、式中のBは露光強度である。このようにして、この2回の露光により、最終的に、

【0034】

【数4】

$$I = A \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_1} x \right) + B \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_2} x + \alpha \right)$$

【0035】で表される合成露光パターンがホログラム乾板2に形成されることになる。このように微小に異なる空間周波数を持つ2つの干渉縞を多重露光すると、2つの露光パターンの間で光強度のうねりを持つ新たな干渉縞が発生し、これにより所望の回折効率分布を持つホログラムを製造することが可能になる。

【0036】例え、図7の①に示すような中心が両端に比べて低めの回折効率を示すホログラムを製造する場合には、図7の②③に示すように、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ2つの干渉縞を多重露光する際に、ホログラム乾板2の両端で干渉縞のパターンが一致するように制御することで、図7の④に示すように、中心の光強度が両端のものよりも小さなものとなるうねりの露光パターンをホログラム乾板2に形成する。そして、これを現像することで、図7の⑤に示すように、中心の高さが両端のものよりも低くなる表面レリーフ形のホログラムを製造することで、中心が両端に比べて低めの回折効率を示すホログラムを製造するのである。

【0037】この後、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.9 \mu m$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を $\pi/2$ とする第2回目の露光を実行すると、図9(a)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。また、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.9 \mu m$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を $\pi/3$ とする第2回目の露光を実行すると、図9(b)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。また、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.9 \mu m$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を $\pi/6$ とする第2回目の露光を実行すると、図9(c)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板

2に形成される。また、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.9\ \mu\text{m}$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を0とする第2回目の露光を実行すると、図9(d)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。このようにして、位相差を変化させることで、露光パターンの極大値／極小値の位置を変化させることができる。

【0040】一方、上述の第1回目の露光に続いて、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.8\ \mu\text{m}$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を $\pi/2$ とする第2回目の露光を実行すると、図10(a)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。また、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.7\ \mu\text{m}$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を $\pi/2$ とする第2回目の露光を実行すると、図10(b)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。また、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.6\ \mu\text{m}$ 、露光強度比 B/A の値を0.3、位相ずれ α を $\pi/2$ とする第2回目の露光を実行すると、図10(c)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。このようにして、干渉縞の間隔 σ_2 を変化させることで、露光パターンの極大値／極小値の個数を変化させることができる。

【0041】一方、上述の第1回目の露光に続いて、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.9\ \mu\text{m}$ 、露光強度比 B/A の値を0.4、位相ずれ α を $\pi/2$ とする第2回目の露光を実行すると、図11(a)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。また、干渉縞の間隔 σ_2 を $0.9\ \mu\text{m}$ 、露光強度比 B/A の値を0.5、位相ずれ α を $\pi/2$ とする第2回目の露光を実行すると、図11(b)に示すような合成露光パターンがホログラム乾板2に形成される。このようにして、露光強度比を変化させることで、露光パターンの極大値と極小値との差を変化させることができる。

【0042】なお、ホログラムの大きさを 100 mm とする場合には、第2回目の露光の干渉縞の間隔 σ_2 を $0.99999\ \mu\text{m}$ とするとホログラムの範囲内に一周期のうねりが発生することになり、上述の干渉縞の間隔 σ_2 が $0.9\ \mu\text{m}$ の場合に対応することになる。このとき、干渉縞の間隔 σ_1 の $1\ \mu\text{m}$ は、レーザ光の波長 λ を $0.4880\ \mu\text{m}$ 、ホログラム乾板2への一方の入射角度 θ_1 を 0° とする場合、ホログラム乾板2へのもう一方の入射角度 θ_2 を 29.209212° とすることで実現されるのに対して、干渉縞の間隔 σ_2 の $0.99999\ \mu\text{m}$ は、この入射角度 θ_2 を 29.209532° とすることで実現される。この入射角度 θ_2 の変化は 10^{-4} のオーダーになるが、この程度の角度変化は機械式のガルバノミラー5aでも十分可能である。

【0043】このように、第1回目の露光と第2回目の露光とで干渉縞の空間周波数をえるとともに、露光強度比や位相ずれをえて露光することで、様々な露光パターンをホログラム乾板2の形成することが可能にな

り、これにより、所望の回折効率分布を持つホログラムを製造することが可能になるのである。

【0044】図12ないし図17に、本発明により構成されるホログラム露光装置の他の実施例を図示する。図中、図2で説明したものと同じものについては同一の記号で示してある。

【0045】図12(a)に示すホログラム露光装置は、図2のホログラム露光装置の備えるガルバノミラー5aの代わりに偏向角度可変装置5bを備える構成を探る。この偏向角度可変装置5bは、図12(b)に示すように、固定治具と、固定治具を支点とする反射鏡と、固定治具と反射鏡との間に設けられるピエゾ素子とから構成されるものであって、印加電圧によりピエゾ素子の厚さを制御することで、位相変調素子6aを透過するレーザ光の偏向角度を制御するものである。

【0046】この図12(a)に示すホログラム露光装置では、ピエゾ素子に与える印加電圧を制御することで、第1回目の露光と第2の露光との間で微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板2に露光することが可能になるが、ピエゾ素子は再現性が良く高精度で微調整が可能であることから、微小な空間周波数の変化の制御が可能になるという特長を有する。

【0047】図13(a)に示すホログラム露光装置は、図2のホログラム露光装置の備えるガルバノミラー5aの代わりに反射鏡43を備えるとともに、この反射鏡43とレンズ42との間に音響光学偏向素子5cを備える構成を探る。この音響光学偏向素子5cは、図13(b)に示すように、電気発振信号に従って超音波媒体中に回折格子を生成することで、位相変調素子6aを透過するレーザ光を回折させてその偏向角度を制御するものである。

【0048】この図13(a)に示すホログラム露光装置では、音響光学偏向素子5cに与える発振信号の周波数を制御することで、第1回目の露光と第2の露光との間で微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板2に露光することが可能になるが、この音響光学偏向素子5cは非機械式の偏向器のために再現性が良く高精度で微調整が可能であることから、微小な空間周波数の変化の制御が可能になるという特長を有する。

【0049】図14(a)に示すホログラム露光装置は、図2のホログラム露光装置の備えるガルバノミラー5aの代わりに反射鏡43を備えるとともに、この反射鏡43とレンズ42との間に電気光学偏向素子5dを備える構成を探る。この電気光学偏向素子5dは、図14(b)に示すように、プリズム状のポッケルス結晶を組み合わせることで、位相変調素子6aを透過するレーザ光を回折させてその偏向角度を制御するものである。

【0050】この図14(a)に示すホログラム露光装置では、電気光学偏向素子5dに与える電界を制御することで、第1回目の露光と第2の露光との間で微小に異

なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板2に露光することが可能になるが、この電気光学偏向素子5dは非機械式の偏向器のために再現性が良く高精度で微調整が可能であることから、微小な空間周波数の変化の制御が可能になるという特長を有する。

【0051】図15(a)に示すホログラム露光装置は、図2のホログラム露光装置の備える位相変調素子6aを省略するとともに、反射鏡40の代わりにピエゾ型位相変調素子6bを備える構成を探る。このピエゾ型位相変調素子6bは、図15(b)に示すように、固定治具と、反射鏡と、固定治具と反射鏡との間に設けられるピエゾ素子とから構成されるものであって、印加電圧によりピエゾ素子の厚さを制御することで、入射するレーザ光の偏向角度を変えずに光路長のみを制御することでその位相を制御するものである。

【0052】この図15(a)に示すホログラム露光装置では、ピエゾ型位相変調素子6bに与える印加電圧を制御することで、ホログラム乾板2に露光される2つの干渉縞の相対位置を制御することが可能になり、図2のホログラム露光装置に比べて反射鏡40を省略できるという特長を有する。

【0053】図16に示すホログラム露光装置は、図2のホログラム露光装置の備えるガルバノミラー5aの代わりに反射鏡43を備えるとともに、レーザ光源1として第1のレーザ光源1aと第2のレーザ光源1bという2つのレーザ光源を用いる構成を探る。この2つのレーザ光源1a、1bの発光するレーザ光の波長は異なるものであって、第1のレーザ光源1aを使って第1回目の露光を行い、第2のレーザ光源1bを使って第2回目の露光を行うことで、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を形成するものである。すなわち、【数1】式から分かるように、レーザ光の波長が異なると干渉縞の空間周波数が変わることを利用するものである。

【0054】この図16に示すホログラム露光装置では、第1のレーザ光源1aと第2のレーザ光源1bとの間でコヒーレンシーがないことから、第1回目の露光と第2回目の露光とを同時に実行できるという特長を有する。

【0055】図17に示すホログラム露光装置は、図2のホログラム露光装置の備えるレーザ光源1として波長選択光共振器を持つものを用いる構成を探る。すなわち、レーザ管10、出力ミラー11、エタロン板12、プリズム13及び反射ミラー14を持って、エタロン板12の間隔調整や反射ミラー14の角度調整でもってレーザの縦モードを選択可能とすることで、微小に差のある波長のレーザ光を得ることができるレーザ光源を用いる構成を探るものである。この波長可変型のレーザ光源1を用いて、異なる波長のレーザ光でもって第1回目の露光と第2回目の露光とを行うことで、ホログラム乾板

2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を形成するものである。

【0056】以上の実施例では、レーザ光を変調することでホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光する構成を開示したが、ホログラム乾板2に歪みを与えることで微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光する構成を探ることも可能である。

【0057】次に、ホログラム乾板2に熱膨張を与えることで、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光する実施例について説明する。図18に示す実施例は、ホログラム乾板2の中心を固定治具で固定する構成を探りつつ、ホログラム乾板2の裏面に取り付けられた熱線を加熱することでホログラム乾板2を外側に伸ばす構成を探って、第2回目の露光のときに第1回目の露光よりもホログラム乾板2の温度を上昇(乾板の大きさによるが0.1°程度の上昇でよい)させることで、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光する構成を探るものである。

【0058】すなわち、第2回目の露光の後にホログラム乾板2の温度を第1回目の露光のときの温度に戻すこと、第2回目の露光でもって第1回目の露光よりも高い空間周波数の干渉縞をホログラム乾板2に形成することができる。この実施に従うと、図19に示すように、中心部分の干渉縞のずれが少なくなる様でもってホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞が多重露光されることになって、それに応じた回折効率分布を持つホログラムを製造することができるようになる。

【0059】図20に示す実施例は、ホログラム乾板2の両端を固定治具で固定する構成を探りつつ、ホログラム乾板2の裏面に取り付けられた熱線を加熱することでホログラム乾板2の中心部分を歪ませる構成を探って、第2回目の露光のときに第1回目の露光よりもホログラム乾板2の温度を上昇させることで、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光する構成を探るものである。

【0060】すなわち、第2回目の露光の後にホログラム乾板2の温度を第1回目の露光のときの温度に戻すこと、第2回目の露光でもって第1回目の露光よりも高い空間周波数の干渉縞をホログラム乾板2に形成することができる。この実施に従うと、図21に示すように、両端部分の干渉縞のずれが少なくなる様でもってホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞が多重露光されることになって、それに応じた回折効率分布を持つホログラムを製造することができるようになる。

【0061】図22に、ホログラム乾板2を移動させることで、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞を多重露光する実施例を図示する。この図に示すホログラム露光装置は、第1回目の露光と第2回目

の露光との間でホログラム乾板2を回転させることで、微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板2に多重露光するものである。すなわち、第1回目の露光の後にホログラム乾板2を回転させてから第2回目の露光を行うことで、図23に示すように、ホログラム乾板2に微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞が多重露光されることになって、それに応じた回折効率分布を持つホログラムを製造することができるようになる。ここで、2つの干渉縞の相対位置は、回転軸の位置を設定することで調整できることになる。

【0062】図示実施例について説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、実施例では表面レリーフ形のホログラムに従って本発明を開示したが、本発明はこれに限られることなく、振幅形のホログラムや他の位相形のホログラムについてもそのまま適用できる。また、実施例では2回の露光に従う多重露光に従って本発明を開示したが、本発明はこれに限られることなく、3回以上の多重露光構成を探ることも可能である。

【0063】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、微小に異なる空間周波数を持つ干渉縞をホログラム乾板に多重露光することを基本構成にして、この多重露光に用いるレーザ光の位相や、多重露光の露光量を制御することで任意の回折効率分布を持つホログラムを製造可能にする構成を探ることから、所望の回折効率分布を持つホログラムが製造可能になる。

【0064】そして、このホログラムの製造にあたって、光学フィルタを用いる必要がないことから、ノイズ光の発生や光損失を防止することが可能となって、高効率の回折効率を持つホログラムが製造可能になるのである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理構成図である。

【図2】本発明のホログラム露光装置の一実施例である。

【図3】ガルバノミラーの装置構成図である。

【図4】ガルバノミラーの動作説明図である。

【図5】ホログラム乾板に形成される干渉縞の説明図である。

* 【図6】ホログラム乾板に形成される干渉縞の説明図である。

【図7】本発明によるホログラムの製造例である。

【図8】第1回目の露光パターン例である。

【図9】合成露光パターン例である。

【図10】合成露光パターン例である。

【図11】合成露光パターン例である。

【図12】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

10 【図13】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図14】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図15】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図16】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図17】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

20 【図18】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図19】加熱による多重露光の説明図である。

【図20】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図21】加熱による多重露光の説明図である。

【図22】本発明のホログラム露光装置の他の実施例である。

【図23】加熱による多重露光の説明図である。

【図24】レーザ光源の発光強度の説明図である。

【図25】光学フィルタの透過率の説明図である。

【図26】従来技術の説明図である。

【符号の説明】

1 レーザ光源

2 ホログラム乾板

3 第1の光学系

4 第2の光学系

5 角度制御手段

6 位相変調手段

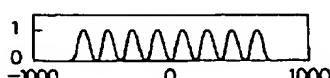
7 形状制御手段

8 移動制御手段

*40

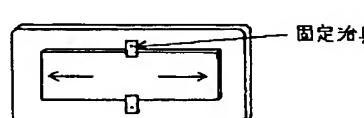
【図8】

第1回目の露光パターン例



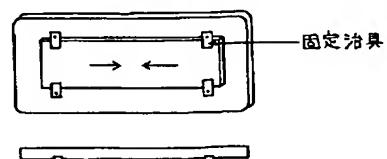
【図18】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



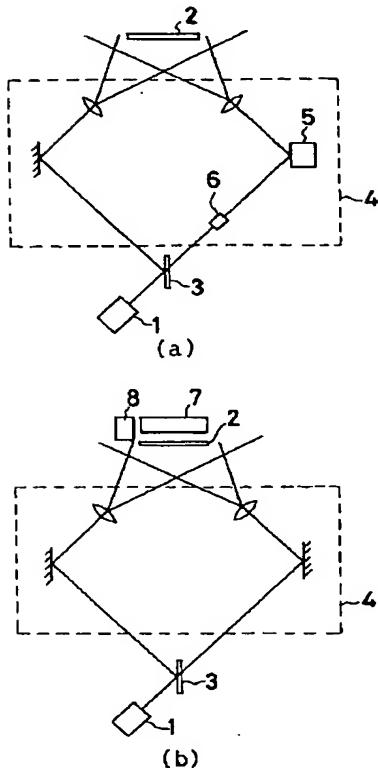
【図20】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



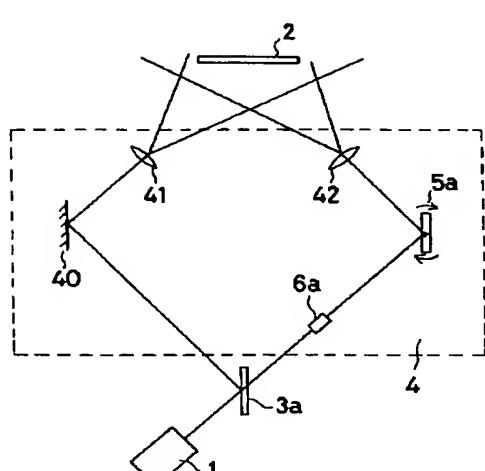
【図1】

本発明の原理構成図

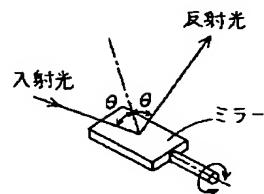


【図2】

本発明のホログラム露光装置の一実施例 ガルバノミラーの動作説明図

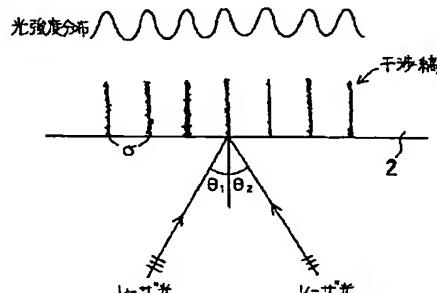


【図4】



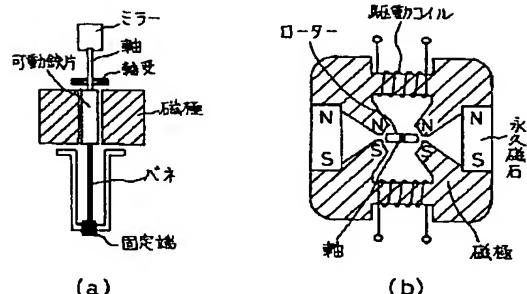
【図5】

ホログラム乾板に形成される干渉縞の説明図

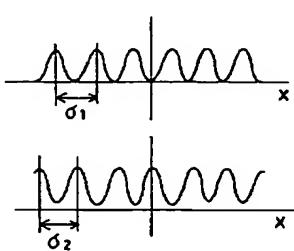


【図3】

ガルバノミラーの装置構成図



ホログラム乾板に形成される干渉縞の説明図



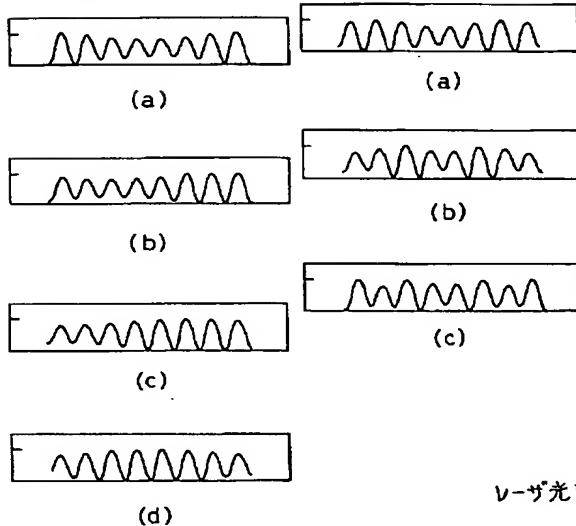
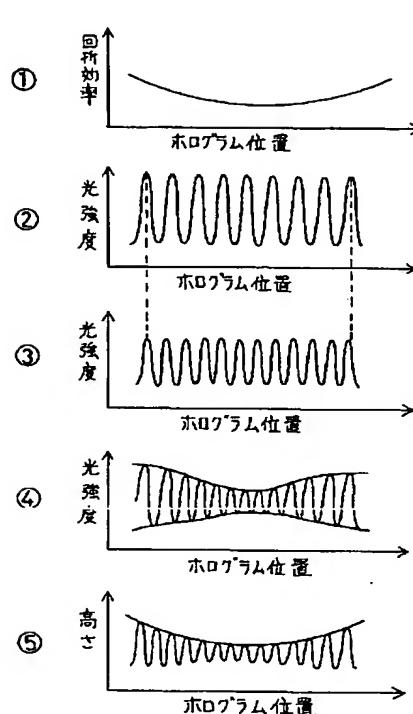
【図6】

【図7】

【図9】

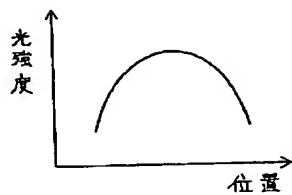
【図10】

本発明によるホログラムの製造例 合成露光パターン例 合成露光パターン例



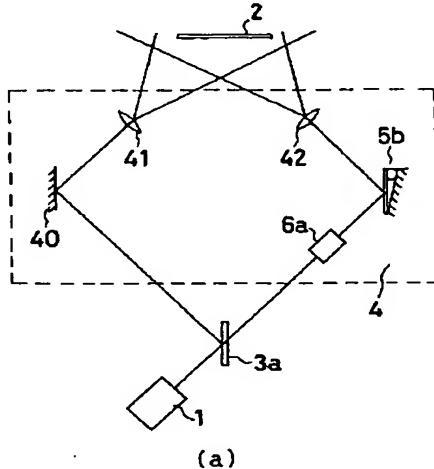
【図24】

レーザ光源の発光強度の説明図



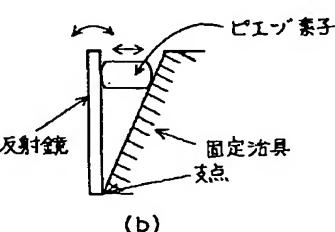
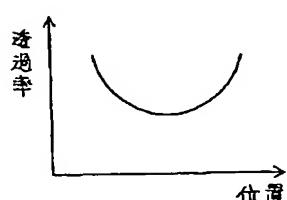
【図12】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



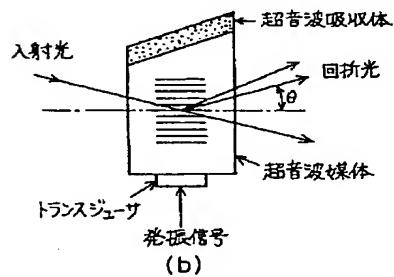
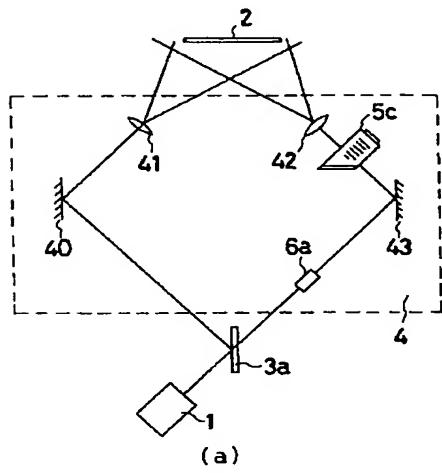
【図25】

光学フィルタの透過率の説明図



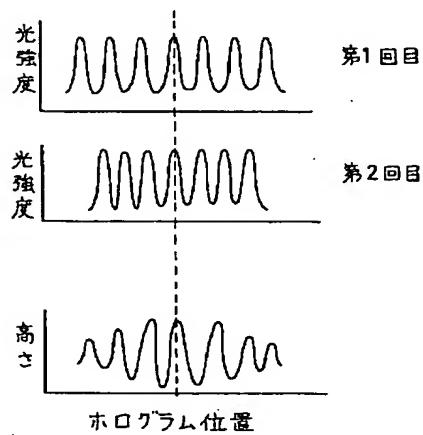
【図13】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



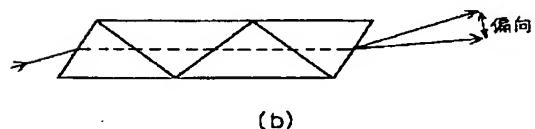
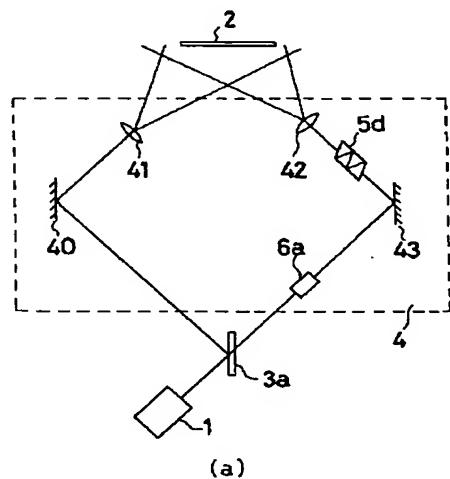
【図19】

加熱による多重露光の説明図



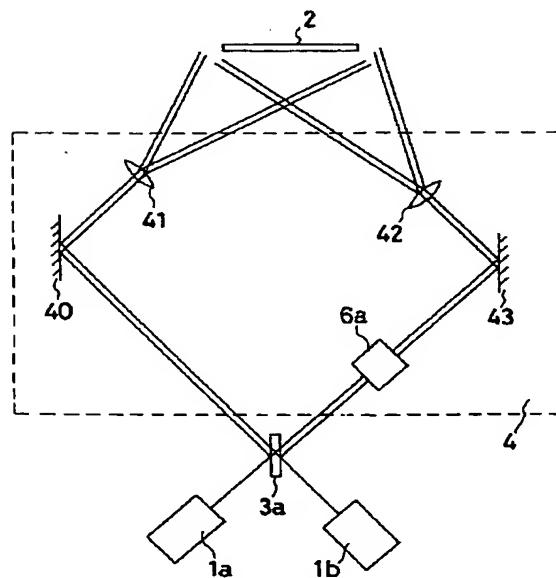
【図14】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



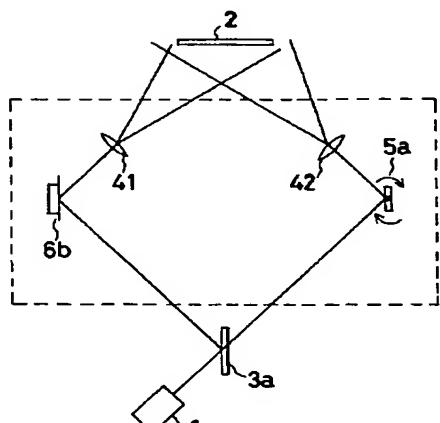
【図16】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例

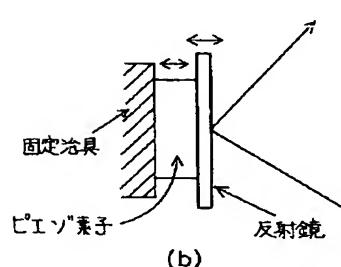


【図15】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



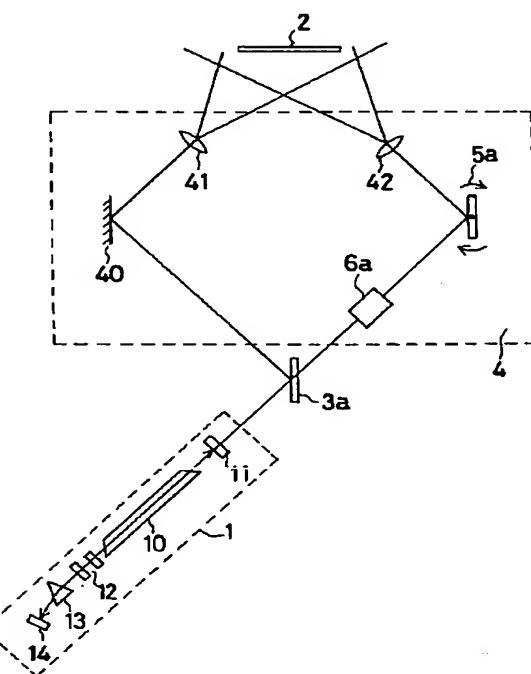
(a)



(b)

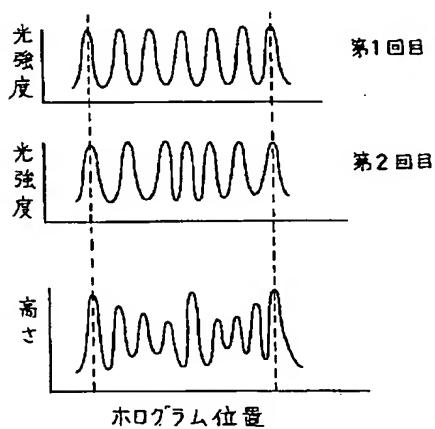
【図17】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



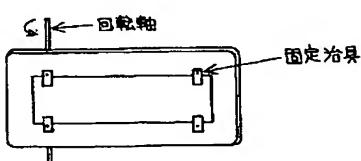
【図21】

加熱による多重露光の説明図



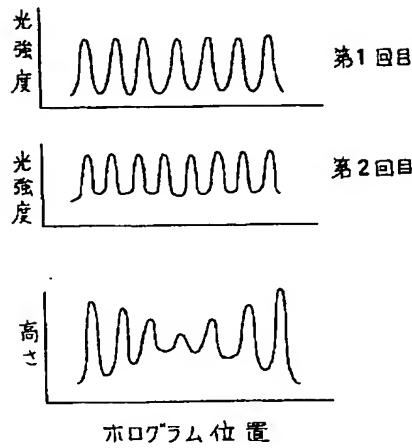
【図22】

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



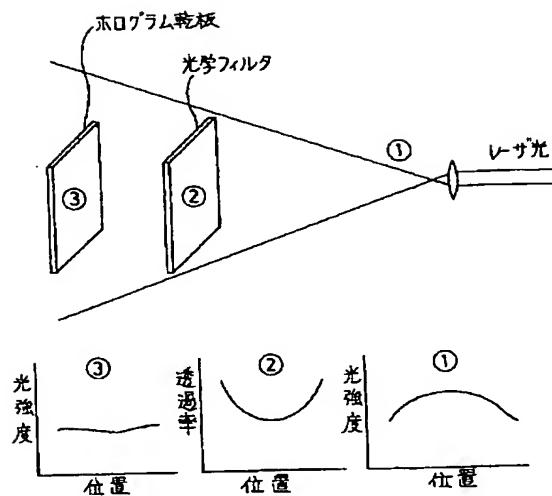
【図23】

加熱による多重露光の説明図



【図26】

従来技術の説明図



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-013474

(43)Date of publication of application : 17.01.1995

(51)Int.Cl.

G03H 1/04

G02B 5/32

(21)Application number : 05-151762

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 23.06.1993

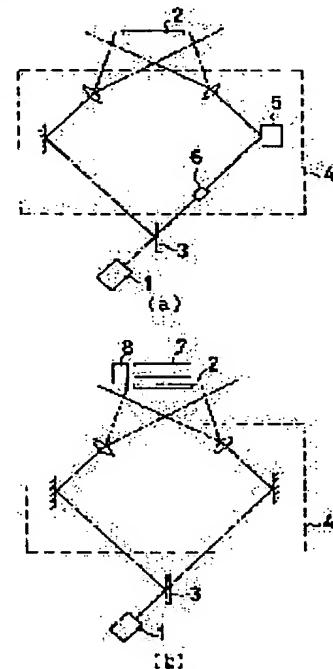
(72)Inventor : TOMITA JUNJI

(54) PRODUCTION OF HOLOGRAM AND HOLOGRAM EXPOSURE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the process for production of the hologram capable of producing the hologram having a desired diffraction efficiency distribution and high diffraction efficiency and the hologram exposure device to be used for realization of the process for production of the hologram relating to the process for production of the hologram to produce the hologram and the hologram exposure device to be used for exposure of the hologram.

CONSTITUTION: This process for production of the hologram is so constituted as to have a first processing process of subjecting a hologram dry plate 2 to at least ≥ 2 time of multiple exposure of interference fringes having slightly different space frequencies and a second processing process of developing the hologram dry plate 2 exposed in the first processing process. This hologram exposure device is so constituted as to have an angle control means 5 for controlling the irradiation angle of two laser beams prep'd. for forming the interference fringes of the hologram.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A hologram manufacturing method characterized by comprising the following for manufacturing a hologram with desired diffraction efficiency distribution.

The 1st processing process that carries out multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in a hologram dry plate twice [at least] or more.

The 2nd processing process that develops a hologram dry plate exposed by the 1st processing process of the above.

[Claim 2] A hologram manufacturing method processing so that a relative position of an interference fringe exposed as it is also at the 1st processing process may be controlled in the hologram manufacturing method according to claim 1 using a phase modulation element.

[Claim 3] By controlling irradiation angles of either of two light flux, or both sides prepared in the hologram manufacturing method according to claim 1 or 2 in order to generate an interference fringe as it is also at the 1st processing process. A hologram manufacturing method processing so that multiple exposure of the interference fringe with minutely different spatial frequency may be carried out to a hologram dry plate.

[Claim 4] A hologram manufacturing method processing so that multiple exposure of the interference fringe with spatial frequency which is minutely different in the hologram manufacturing method according to claim 1 or 2 using a laser beam of wavelength which is different in it being also at the 1st processing process may be carried out to a hologram dry plate.

[Claim 5] A hologram manufacturing method processing so that a laser beam of different wavelength may be generated and multiple exposure may be performed by controlling a wavelength selection optical resonator with which a laser light source is provided in the hologram manufacturing method according to claim 4.

[Claim 6] A hologram manufacturing method processing by using two or more laser light sources which emit light in a laser beam of different wavelength in the hologram manufacturing method according to claim 4 so that multiple exposure may be performed.

[Claim 7] A hologram manufacturing method processing in the hologram manufacturing method according to claim 6 so that multiple exposure may be performed simultaneously.

[Claim 8] A hologram manufacturing method processing in the hologram manufacturing method according to claim 1, 2, 3, 4, 5, 6, or 7 so that a light exposure may be changed for every exposure of multiple exposure as it is also at the 1st processing process.

[Claim 9] A hologram manufacturing method characterized by processing so that multiple exposure of the interference fringe with minutely different spatial frequency may be carried out to a hologram dry plate by controlling film plate shape of a hologram dry plate in the hologram manufacturing method according to claim 1 as it is also at the 1st processing process.

[Claim 10] A hologram manufacturing method processing so that film plate shape of a hologram dry plate may be controlled by carrying out temperature control of the hologram dry plate in the hologram manufacturing method according to claim 9.

[Claim 11] A hologram manufacturing method processing in the hologram manufacturing method according to claim 10 carrying out fixed control of the specific position of a hologram dry plate so that temperature control of the hologram dry plate may be carried out.

[Claim 12] A hologram manufacturing method characterized by processing so that multiple exposure of the interference fringe with minutely different spatial frequency may be carried out to a hologram dry plate by carrying out the movement controls of the hologram dry plate to it being also at the 1st processing process in the hologram manufacturing method according to claim 1.

[Claim 13]a laser light source (1) This laser light source (1) The 1st optical system (3) that branches to two a laser beam which emits light. This 1st optical system (3) It is a hologram dry plate (2) about two branched laser beams. The 2nd optical system (4) with which it irradiates In a hologram exposure device which it has, The 2nd optical system (4) of the above The 1st optical system (3) of the above An angle control means (5) with which branched either of the laser beams or both correspondence is equipped and which controls irradiation angles of this laser beam A having hologram exposure device.

[Claim 14]a laser light source (1) This laser light source (1) The 1st optical system (3) that branches to two a laser beam which emits light. This 1st optical system (3) It is a hologram dry plate (2) about two branched laser beams. The 2nd optical system (4) with which it irradiates In a hologram exposure device which it has, A laser light source (1) A hologram exposure device using two or more laser light sources which carry out and emit light in a laser beam of different wavelength.

[Claim 15]a laser light source (1) This laser light source (1) The 1st optical system (3) that branches to two a laser beam which emits light. This 1st optical system (3) It is a hologram dry plate (2) about two branched laser beams. The 2nd optical system (4) with which it irradiates In a hologram exposure device which it has, A laser light source (1) A hologram exposure device provided with a wavelength control means which controls wavelength of a laser beam by controlling a wavelength selection optical resonator which it has.

[Claim 16]in the hologram exposure device according to claim 13, 14, or 15 -- the 2nd optical system (4). The 1st optical system (3) A phase modulation means (6) with which branched either of the laser beams or both correspondence is equipped and which controls a phase of this laser beam A having hologram exposure device.

[Claim 17]A hologram exposure device having a light exposure control means which controls a light exposure of a hologram dry plate in the hologram exposure device according to claim 13, 14, 15, or 16.

[Claim 18]a laser light source (1) This laser light source (1) The 1st optical system (3) that branches to two a laser beam which emits light. This 1st optical system (3) It is a hologram dry plate (2) about two branched laser beams. The 2nd optical system (4) with which it irradiates A shape controlling means (7) which controls film plate shape of a hologram dry plate in a hologram exposure device which it has A having hologram exposure device.

[Claim 19]In the hologram exposure device according to claim 18, it is a shape controlling means (7). A hologram exposure device being constituted by temperature control means which controls temperature of a hologram dry plate.

[Claim 20]A hologram exposure device having a fixed control means which fixes a specific position of a hologram dry plate in the hologram exposure device according to claim 19.

[Claim 21]a laser light source (1) This laser light source (1) The 1st optical system (3) that branches to two a laser beam which emits light. This 1st optical system (3) It is a hologram dry plate (2) about two branched laser beams. The 2nd optical system (4) with which it irradiates A movement control means (8) which controls an arranging position of a hologram dry plate in a hologram exposure device which it has A having hologram exposure device.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]A hologram manufacturing method which enables manufacture of the hologram of high diffraction efficiency in which this invention has desired diffraction efficiency distribution especially about the hologram manufacturing method which manufactures a hologram, and the hologram exposure device used for exposure of a hologram, It is related with the hologram exposure device used for realization of the hologram manufacturing method.

[0002]When the composition which records the interference fringe of two light flux with equal wavelength on a photographic plate is taken and regenerated light is given, a hologram makes regenerated light diffract according to this interference fringe, and reproduces the original image.

[0003]The hologram with such the characteristic is widely used for the optical system of the hologram scanner of OA equipment, etc. increasingly these days. In order to make application to this applicable field practical, it is necessary to enable manufacture of the hologram with desired diffraction efficiency distribution of high diffraction efficiency.

[0004]

[Description of the Prior Art]When using a hologram for optical systems, such as a laser beam printer, in order to lose printing nonuniformity, the hologram used as what has flat diffraction efficiency distribution will be required. The laser light source used as a light source for manufacturing a hologram on the other hand has the luminescence intensity of Gaussian distribution as shown in drawing 24.

[0005]In manufacturing the hologram which becomes what has flat diffraction efficiency distribution in future and the former, The light filter with transmissivity distribution opposite to Gaussian distribution as shown in drawing 25 was prepared, and the composition of allocating this light filter between a laser light source and a hologram dry plate as shown in drawing 26 was taken.

[0006]That is, in the former, the method of manufacturing a hologram with diffraction efficiency distribution of hope by allocating light filters, such as an ND filter which has a transmissivity characteristic which realizes diffraction efficiency distributing [to wish] of a hologram between a laser light source and a hologram dry plate, was taken.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, when such conventional technology was followed, there was a problem that the hologram of high diffraction efficiency could not be obtained by the interference fringe of a noise being recorded on a hologram dry plate by multiplex by generating of noise light.

[0008]Namely, although the light filter inserted between a laser light source and a hologram dry plate takes the composition which controls transmissivity according to the application amount of the particles which reflect or absorb a laser beam, There was a problem that the diffraction efficiency of a hologram will fall because noise light occurs according to the particles of this light filter.

[0009]This invention was made in view of this situation, and is ****. The purpose is offer of the new hologram exposure device used for realization of the new hologram manufacturing method which enables manufacture of the hologram with diffraction efficiency distribution of high diffraction efficiency, and its hologram manufacturing method.

[0010]

[Means for Solving the Problem]Principle composition of a hologram exposure device constituted by drawing 1 (a) and (b) by this invention is illustrated.

[0011] Among drawing 1, that to which a hologram dry plate and 3 are the 1st optical system as for a laser light source and 2, and one branches to two a laser beam in which the laser light source 1 emits light, and 4 are the 2nd optical system, and irradiate the hologram dry plate 2 with two laser beams which branched according to the 1st optical system 3.

[0012] The 2nd optical system 4 of a hologram exposure device shown in drawing 1 (a) may be provided with the angle control means 5 which controls irradiation angles of a laser beam which branched according to the 1st optical system 3, and may be further provided with the phase modulation means 6 which controls a phase of a laser beam which branched according to the 1st optical system 3 at this time. Here, one of laser beam correspondences may be equipped with the phase modulation means 6, and laser beam correspondence of both sides may be equipped at least with this angle control means 5/.

[0013] A hologram exposure device shown in drawing 1 (a), While taking composition using two or more laser light sources which emit light in a laser beam of wavelength which exists when the 2nd optical system 4 takes composition which is not provided with the angle control means 5, and is different as the laser light source 1 or using the single laser light source 1, Composition provided with a wavelength control means which controls wavelength of a laser beam by controlling a wavelength selection optical resonator of this single laser light source 1 may be taken. When taking these composition, the 2nd optical system 4 may be provided with the phase modulation means 6 which controls a phase of a laser beam which branched according to the 1st optical system 3. Here, one of laser beam correspondences may be equipped with this phase modulation means 6, and laser beam correspondence of both sides may be equipped with it.

[0014] And a hologram exposure device shown in drawing 1 (a) may be provided with a light exposure control means which controls a light exposure of the hologram dry plate 2 by controlling light intensity of a laser beam or controlling exposure time further.

[0015] On the other hand, a hologram exposure device shown in drawing 1 (b) may be provided with the shape controlling means 7 which controls minutely film plate shape of the hologram dry plate 2, and a temperature control means which controls temperature of the hologram dry plate 2 may be used for it as this shape controlling means 7. Here, when using this temperature control means, it may have a fixed control means which fixes a specific position of the hologram dry plate 2.

[0016] There is a hologram exposure device shown in drawing 1 (b), when taking composition which is not provided with the shape controlling means 7, and it may have the movement control means 8 which controls an arranging position of the hologram dry plate 2 minutely.

[0017]

[Function] When manufacturing a hologram according to this invention, the interference fringe of spatial frequency which exposes the interference fringe of regular spatial frequency to the hologram dry plate 2 first at the beginning, then is minutely different from this spatial frequency is exposed using the hologram exposure device which illustrated principle composition to drawing 1. At this time, these two light exposures may be changed according to a light exposure control means.

[0018] Namely, when it has the angle control means 5. By changing the irradiation angles of the laser beam with which the hologram dry plate 2 is irradiated according to this angle control means 5. Last time, it is changing the wavelength of the laser beam with which it irradiates, when taking the composition which carries out multiple exposure of the interference fringe of minutely different spatial frequency, and can change the wavelength of a laser beam, and multiple exposure of the interference fringe of minutely different spatial frequency from last time is carried out. Here, according to the phase modulation means 6, the relative position of the interference fringe which carries out multiple exposure may be controlled at this time.

[0019] When it has the shape controlling means 7, such as a temperature control means, When multiple exposure of the interference fringe of minutely different spatial frequency from last time is carried out and it has the movement control means 8 by changing the shape of the hologram dry plate 2 minutely according to this shape controlling means 7, Multiple exposure of the interference fringe of spatial frequency which is minutely different from last time by rotating the hologram dry plate 2 minutely according to this movement control means 8 is carried out. When it has the shape controlling means 7 of a temperature control means at this time, here, When the relative position of the interference fringe which carries out multiple exposure is controlled by fixing the specific position of the hologram dry plate 2 according to a fixed control means or it has the movement control means 8, the relative position of the interference fringe which carries out multiple exposure may be controlled by setting up the axis of rotation etc.

[0020] Thus, if multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 is carried out, a hologram will be generated in developing this exposed hologram dry plate 2.

[0021]Thus, in this invention, since the composition which manufactures the hologram which has desired diffraction efficiency distribution in the hologram dry plate 2 using the wave of the interference fringe which carries out multiple exposure is taken, it becomes possible to manufacture the hologram of high diffraction efficiency, without causing decline in the diffraction efficiency by noise light.

[0022]

[Example]Hereafter, according to an example, this invention is explained in detail. One example of the hologram exposure device constituted by this invention by drawing 2 is illustrated.

[0023]The same sign has shown among the figure the same thing as what was explained by drawing 1. What 3a is a beam splitter and branches to two the laser beam in which the laser light source 1 emits light, What 40 is a reflector, and while branched as for the beam splitter 3a, and reflects a laser beam, What 5a is a galvanomirror and reflects in arbitrary deflecting angles another [in which the beam splitter 3a branched] laser beam, That which extends the laser beam which the reflector 40 reflects and with which 41 is a lens, and the hologram dry plate 2 is irradiated, 42 is a lens, and that which extends the laser beam which the galvanomirror 5a reflects and with which the hologram dry plate 2 is irradiated, and 6a are phase modulation elements which consist of a POKKERUSU crystal, and change electrically the phase of the laser beam which enters into the galvanomirror 5a.

[0024]To drawing 3, the detailed equipment configuration of the galvanomirror 5a is illustrated. As shown in this drawing 3, the galvanomirror 5a equips with the axis of the moving iron which attached the mirror into the magnetic path which comprises two magnets on either side and four magnetic poles, and takes the composition which makes arbitrary angles rotate the axis of this moving iron by the current which flows into a drive coil.

According to this composition, as shown in drawing 4, the function reflected in the angle of a request of the laser beam which enters by making a desired angle rotate a mirror is exhibited.

[0025]Next, the hologram manufacturing method of this invention performed using the hologram exposure device constituted in this way is explained. In manufacturing a hologram according to this invention, after setting the deflecting angle of the galvanomirror 5a as a predetermined thing, it exposes the hologram dry plate 2 first.

[0026]as shown in drawing 5, when the degrees of incidence angle of two laser beams which enter into the hologram dry plate 2 are θ_1 and θ_2 , it is known well that the interval sigma of the interference fringe formed in the hologram dry plate 2 sets wavelength of a laser beam to λ -- as [0027]

[Equation 1]

$$\sigma = \frac{\lambda}{\sin \theta_1 + \sin \theta_2}$$

[0028]It will be come out and expressed. As shown in the upper row of drawing 6 from now on, the interference fringe which has an interval of σ_1 , as even this 1st exposure is is formed and exposed by the hologram dry plate 2, and it is this, [0029]

[Equation 2]

$$I_1 = A \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_1} x \right)$$

[0030]It comes out and the exposure pattern of the light intensity expressed is formed in the hologram dry plate 2. Here, x in a formula is a hologram position and A is exposure intensity. Then, while changing the deflecting angle of the galvanomirror 5a into a predetermined thing, the phase of the laser beam which enters into the galvanomirror 5a using the phase modulation element 6a is changed, and the hologram dry plate 2 is exposed.

[0031]While the degree of incidence angle of the laser beam which enters into the hologram dry plate 2 by change of the deflecting angle of this galvanomirror 5a changes, As the phase of a laser beam changes with phase modulation elements 6a and it is shown in the lower berth of drawing 6 after this, an interference fringe with interval σ_2 which is minutely different from the last interval σ_1 , in even this 2nd exposure being shifts to the hologram dry plate 2 by the distance corresponding to a phase change, and is formed and exposed -- thereby [0032]

[Equation 3]

$$I_2 = B \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_2} x + \alpha \right)$$

[0033]It comes out and the exposure pattern of the light intensity expressed is formed in the hologram dry plate 2. Here, B in a formula is exposure intensity. Thus, it is on the last target by this two exposure,

[0034]

[Equation 4]

$$I = A \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_1} x \right) + B \sin^2 \left(\frac{\pi}{\sigma_2} x + \alpha \right)$$

[0035]It will come out and the synthetic exposure pattern expressed will be formed in the hologram dry plate 2. Thus, if multiple exposure of the two interference fringes with minutely different spatial frequency is carried out, the new interference fringe which has a wave of light intensity between two exposure patterns will occur, and it will become possible to manufacture the hologram which has desired diffraction efficiency distribution by this.

[0036]For example, when a center as shown in ** of drawing 7 manufactures the hologram which shows lower diffraction efficiency compared with both ends. By controlling so that the pattern of an interference fringe is in agreement at the both ends of the hologram dry plate 2 when carrying out multiple exposure of the two interference fringes which have minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2, as shown in *** of drawing 7. As shown in ** of drawing 7, the exposure pattern of the wave used as what has main light intensity smaller than the thing of both ends is formed in the hologram dry plate 2. And in developing this, as shown in ** of drawing 7, a center manufactures the hologram which shows lower diffraction efficiency compared with both ends by manufacturing the hologram of the surface relief type in which main height becomes lower than the thing of both ends.

[0037]Thus, since the light filter which generates noise light like conventional technology is not used for the hologram manufactured, it can realize high diffraction efficiency. Next, two multiple exposure considers that what kind of exposure pattern will be formed in the hologram dry plate 2.

[0038]In the size of a hologram, if the value of 1 micrometer and the exposure intensity A is set to 1, the exposure pattern of light intensity as shown in drawing 8 will be formed [μ / 10 micrometers and / of an interference fringe / interval sigma] in the hologram dry plate 2 by the 1st exposure. Here, the value of the horizontal axis in the figure showing a hologram position is converted into μ um by dividing by 180.

[0039]Then, execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.9 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and makes phase shift alpha $\pi/2$ for interval σ_2 of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 9 (a) in the hologram dry plate 2. Execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.9 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and makes phase shift alpha $\pi/3$ for interval σ_2 of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 9 (b) in the hologram dry plate 2. Execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.9 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and makes phase shift alpha $\pi/6$ for interval σ_2 of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 9 (c) in the hologram dry plate 2. Execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.9 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and sets phase shift alpha to 0 for interval σ_2 of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 9 (d) in the hologram dry plate 2. Thus, the position of the maximal value/minimal value of an exposure pattern can be changed by changing phase contrast.

[0040]On the other hand, if 2nd exposure that sets the value of 0.8 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and makes phase shift alpha $\pi/2$ for interval σ_2 of an interference fringe is performed following the 1st above-mentioned exposure, a synthetic exposure pattern as shown in drawing 10 (a) will be formed in the hologram dry plate 2. Execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.7 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and makes phase shift alpha $\pi/2$ for interval σ_2 of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 10 (b) in the hologram dry plate 2. Execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.6 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.3, and makes phase shift alpha $\pi/2$ for interval σ_2 of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 10 (c) in the hologram dry plate 2. Thus, the number of the maximal value/minimal value of an exposure pattern can be changed by changing interval σ_2 of an interference fringe.

[0041]On the other hand, if 2nd exposure that sets the value of 0.9 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.4, and makes phase shift alpha pi/2 for interval sigma₂ of an interference fringe is performed following the 1st above-mentioned exposure, a synthetic exposure pattern as shown in drawing 11 (a) will be formed in the hologram dry plate 2. Execution of the 2nd exposure that sets the value of 0.9 micrometer and exposure intensity ratio B/A to 0.5, and makes phase shift alpha pi/2 for interval sigma₂ of an interference fringe will form a synthetic exposure pattern as shown in drawing 11 (b) in the hologram dry plate 2. Thus, the difference of the maximal value of an exposure pattern and the minimal value can be changed by changing an exposure intensity ratio.

[0042]When the size of a hologram shall be 100 mm and interval sigma₂ of the interference fringe of the 2nd exposure is set to 0.99999 mum, the wave of a round term will occur within the limits of a hologram, and when interval sigma₂ of an above-mentioned interference fringe is 0.9 micrometer, it will correspond. At this time, 1 micrometer of interval sigma₁ of an interference fringe, When one incidence angle degree theta₁ to 0.4880 micrometer and the hologram dry plate 2 shall be the wavelength lambda of a laser beam 0 degree, 0.99999 mum of interval sigma₂ of an interference fringe is realized to realizing by the thing for which incidence angle degree theta₂ is made into 29.209212 ** while I will accept it to the hologram dry plate 2 by making this incidence angle degree theta₂ into 29.209532 **. Although change of this incidence angle degree theta₂ becomes the order of 10⁻⁴, the mechanical galvanomirror 5a is also possible for an angle variation of this level enough.

[0043]Thus, while changing the spatial frequency of an interference fringe by the 1st exposure and the 2nd exposure, The hologram dry plate 2 is enabled to form various exposure patterns by changed and exposing an exposure intensity ratio and a phase shift, and, thereby, it becomes possible to manufacture a hologram with desired diffraction efficiency distribution.

[0044]Other examples of the hologram exposure device constituted by this invention by drawing 12 thru/or drawing 17 are illustrated. The same sign has shown among the figure the same thing as what was explained by drawing 2.

[0045]The hologram exposure device shown in drawing 12 (a) takes the composition provided with the deflecting angle variable device 5b instead of the galvanomirror 5a with which the hologram exposure device of drawing 2 is provided. As shown in drawing 12 (b), this deflecting angle variable device 5b A fixture, It comprises a piezo-electric element provided between the reflector which makes a fixture a fulcrum, and a fixture and a reflector, and the deflecting angle of the laser beam which penetrates the phase modulation element 6a is controlled by controlling the thickness of a piezo-electric element by impressed electromotive force.

[0046]Although it becomes possible to expose an interference fringe with spatial frequency which is minutely different between the 1st exposure and the 2nd exposure by controlling the impressed electromotive force given to a piezo-electric element by the hologram exposure device shown in this drawing 12 (a) to the hologram dry plate 2, From reproducibility being well highly precise and it being able to tune finely, a piezo-electric element has the feature that control of change of minute spatial frequency is attained.

[0047]The hologram exposure device shown in drawing 13 (a) takes the composition provided with the acoustooptic deflection element 5c between this reflector 43 and lens 42 while being provided with the reflector 43 instead of the galvanomirror 5a with which the hologram exposure device of drawing 2 is provided. To be shown in drawing 13 (b), this acoustooptic deflection element 5c is generating a diffraction grating in an ultrasonic medium according to an electric oscillation signal, makes the laser beam which penetrates the phase modulation element 6a diffract, and controls that deflecting angle.

[0048]Although it becomes possible to expose an interference fringe with spatial frequency which is minutely different between the 1st exposure and the 2nd exposure by controlling the frequency of the oscillation signal given to the acoustooptic deflection element 5c by the hologram exposure device shown in this drawing 13 (a) to the hologram dry plate 2, From reproducibility being well highly precise and being able to tune finely for the deflecting system of a non-mechanical cable type, this acoustooptic deflection element 5c has the feature that control of change of minute spatial frequency is attained.

[0049]The hologram exposure device shown in drawing 14 (a) takes the composition provided with the electrooptics deflection element 5d between this reflector 43 and lens 42 while being provided with the reflector 43 instead of the galvanomirror 5a with which the hologram exposure device of drawing 2 is

provided. To be shown in drawing 14 (b), this electrooptics deflection element 5d is combining a prism-like POKKERUSU crystal, makes the laser beam which penetrates the phase modulation element 6a diffract, and controls that deflecting angle.

[0050]Although it becomes possible to expose an interference fringe with spatial frequency which is minutely different between the 1st exposure and the 2nd exposure by controlling the electric field given to the electrooptics deflection element 5d by the hologram exposure device shown in this drawing 14 (a) to the hologram dry plate 2, From reproducibility being well highly precise and being able to tune finely for the deflecting system of a non-mechanical cable type, this electrooptics deflection element 5d has the feature that control of change of minute spatial frequency is attained.

[0051]The hologram exposure device shown in drawing 15 (a) takes the composition provided with the piezo mold phase modulation element 6b instead of the reflector 40 while omitting the phase modulation element 6a with which the hologram exposure device of drawing 2 is provided. This piezo mold phase modulation element 6b is comprising a piezo-electric element provided between a fixture, a reflector, and a fixture and a reflector, and controlling the thickness of a piezo-electric element by impressed electromotive force to be shown in drawing 15 (b), The phase is controlled by controlling only light path length, without changing the deflecting angle of the entering laser beam.

[0052]In the hologram exposure device shown in this drawing 15 (a). It becomes possible to control the relative position of two interference fringes exposed by the hologram dry plate 2 by controlling the impressed electromotive force given to the piezo mold phase modulation element 6b, and has the feature that the reflector 40 is omissible compared with the hologram exposure device of drawing 2.

[0053]The hologram exposure device shown in drawing 16 takes the composition using two laser light sources called the 1st laser light source 1a and 2nd laser light source 1b as the laser light source 1 while being provided with the reflector 43 instead of the galvanomirror 5a with which the hologram exposure device of drawing 2 is provided. It is the wavelength of the laser beam in which these two laser light sources 1a and 1b emit light differing, performing 1st exposure using the 1st laser light source 1a, and performing 2nd exposure using the 2nd laser light source 1b. The interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 is formed. namely[Several 1] If the wavelength of a laser beam differs as shown in a formula, it will use that the spatial frequency of an interference fringe changes.

[0054]In the hologram exposure device shown in this drawing 16, since there is no coherency between the 1st laser light source 1a and the 2nd laser light source 1b, it has the feature that 1st exposure and 2nd exposure can be performed simultaneously.

[0055]The hologram exposure device shown in drawing 17 takes the composition using what has a wavelength selection optical resonator as the laser light source 1 with which the hologram exposure device of drawing 2 is provided. By namely, the thing for which it has the laser pipe 10, the output mirror 11, the etalon board 12, the prism 13, and the reflective mirror 14, and vertical microfiche of laser is made selectable to interval adjustment of the etalon board 12 and the angle adjustment of the reflective mirror 14 being. The composition using the laser light source which can obtain the laser beam of the wavelength which has a difference minutely is taken. The interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 by performing 1st exposure and 2nd exposure using the this wavelength variable type laser light source 1 as the laser beam of different wavelength is also is formed.

[0056]Although the composition which carries out multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 in modulating a laser beam was indicated in the above example, it is also possible to take the composition which carries out multiple exposure of the interference fringe which has spatial frequency which is minutely different by giving distortion in the hologram dry plate 2.

[0057]Next, the example which carries out multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 by giving thermal expansion to the hologram dry plate 2 is described. The example shown in drawing 18 taking the composition which fixes the center of the hologram dry plate 2 with a fixture. The composition which lengthens the hologram dry plate 2 outside by heating the heat ray attached to the rear face of the hologram dry plate 2 is taken, By raising the temperature of the hologram dry plate 2 rather than the 1st exposure (although based on the size of a film plate, the rise which is a 0.1 ** grade may be sufficient), the composition which carries out multiple exposure of the interference fringe with minutely different spatial frequency is taken to the hologram dry plate 2 at the time of the 2nd exposure.

[0058]That is, the interference fringe of spatial frequency higher than the 1st exposure can be formed in the hologram dry plate 2 as even the 2nd exposure is by returning to the temperature at the time of the

1st exposure of the temperature of the hologram dry plate 2 after the 2nd exposure. If this operation is followed, as shown in drawing 19, multiple exposure of the interference fringe with spatial frequency which is minutely different in the hologram dry plate 2 in the mode whose gap of the interference fringe of a center section decreases being will be carried out, and a hologram with the diffraction efficiency distribution according to it can be manufactured.

[0059]The example shown in drawing 20 taking the composition which fixes the both ends of the hologram dry plate 2 with a fixture. By taking the composition which makes the center section of the hologram dry plate 2 distorted by heating the heat ray attached to the rear face of the hologram dry plate 2, and raising the temperature of the hologram dry plate 2 rather than the 1st exposure at the time of the 2nd exposure. The composition which carries out multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 is taken.

[0060]That is, the interference fringe of spatial frequency higher than the 1st exposure can be formed in the hologram dry plate 2 as even the 2nd exposure is by returning to the temperature at the time of the 1st exposure of the temperature of the hologram dry plate 2 after the 2nd exposure. If this operation is followed, as shown in drawing 21, multiple exposure of the interference fringe with spatial frequency which is minutely different in the hologram dry plate 2 in the mode whose gap of the interference fringe of a both-ends portion decreases being will be carried out, and a hologram with the diffraction efficiency distribution according to it can be manufactured.

[0061]The example which carries out multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 by moving the hologram dry plate 2 to drawing 22 is illustrated. The hologram exposure device shown in this figure is rotating the hologram dry plate 2 between the 1st exposure and the 2nd exposure, and carries out multiple exposure of the interference fringe with minutely different spatial frequency to the hologram dry plate 2. By namely, the thing for which 2nd exposure is performed since the hologram dry plate 2 is rotated after the 1st exposure. As shown in drawing 23, multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in the hologram dry plate 2 will be carried out, and a hologram with the diffraction efficiency distribution according to it can be manufactured now. Here, the relative position of two interference fringes can be adjusted by setting up the position of the axis of rotation.

[0062]Although the graphic display example was described, this invention is not limited to this. For example, although this invention was indicated according to the hologram of surface relief type in the example, this invention can be applied as it is also to the hologram of an amplitude form, or the hologram of other phase type, without being restricted to this. Although this invention was indicated according to the multiple exposure according to two exposure in the example, this invention can also take three multiple exposure composition or more, without being restricted to this.

[0063]

[Effect of the Invention]It makes into basic constitution to carry out multiple exposure of the interference fringe which has minutely different spatial frequency in this invention to a hologram dry plate, as explained above, It used that it was what takes the composition which enables manufacture of the hologram which has arbitrary diffraction efficiency distribution by controlling the phase of the laser beam used for this multiple exposure, and the light exposure of multiple exposure.

Thereby, manufacture of a hologram with desired diffraction efficiency distribution is attained.

[0064]And since it is not necessary in manufacture of this hologram to use a light filter, it becomes possible to prevent generating and optical loss of noise light, and manufacture of a hologram with efficient diffraction efficiency is attained.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

Drawing 1 It is a principle lineblock diagram of this invention.

Drawing 2 It is one example of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 3 It is an equipment configuration figure of a galvanomirror.

Drawing 4 It is an explanatory view of a galvanomirror of operation.

Drawing 5 It is an explanatory view of the interference fringe formed in a hologram dry plate.

Drawing 6 It is an explanatory view of the interference fringe formed in a hologram dry plate.

Drawing 7 It is an example of manufacture of the hologram by this invention.

Drawing 8 It is the 1st example of an exposure pattern.

Drawing 9 It is an example of a synthetic exposure pattern.

Drawing 10 It is an example of a synthetic exposure pattern.

Drawing 11 It is an example of a synthetic exposure pattern.

Drawing 12 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 13 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 14 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 15 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 16 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 17 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 18 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 19 It is an explanatory view of the multiple exposure by heating.

Drawing 20 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 21 It is an explanatory view of the multiple exposure by heating.

Drawing 22 They are other examples of the hologram exposure device of this invention.

Drawing 23 It is an explanatory view of the multiple exposure by heating.

Drawing 24 It is an explanatory view of the luminescence intensity of a laser light source.

Drawing 25 It is an explanatory view of the transmissivity of a light filter.

Drawing 26 It is an explanatory view of conventional technology.

[Description of Notations]

1 Laser light source

2 Hologram dry plate

3 The 1st optical system

4 The 2nd optical system

5 Angle control means

6 Phase modulation means

7 Shape controlling means

8 Movement control means

[Translation done.]

* NOTICES *

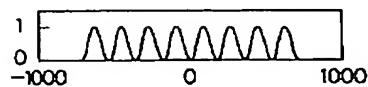
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

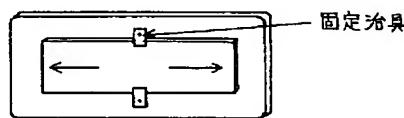
[Drawing 8]

第1回目の露光パターン例



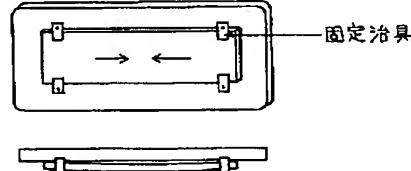
[Drawing 18]

本発明のホログラム 露光装置の他の実施例



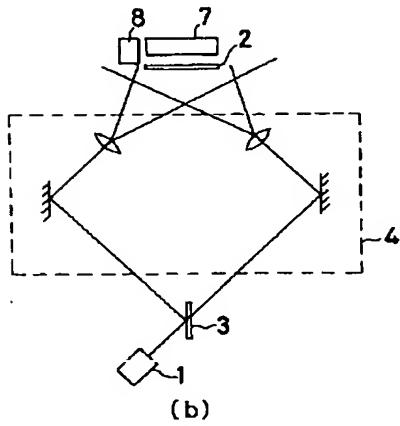
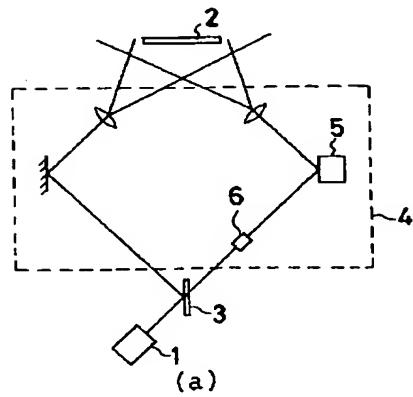
[Drawing 20]

本発明のホログラム 露光装置の他の実施例



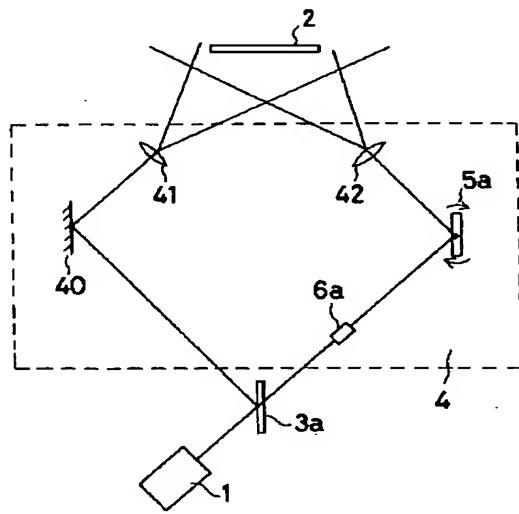
[Drawing 1]

本発明の原理構成図



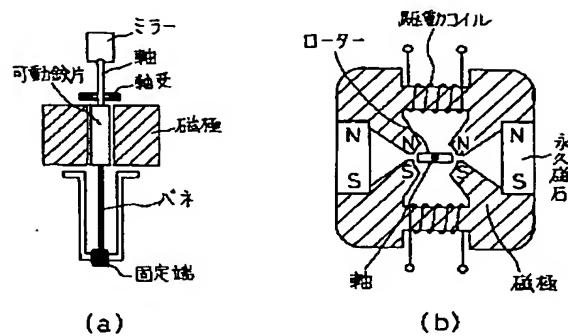
[Drawing 2]

本発明のホログラム露光装置の一実施例

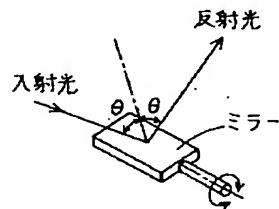


[Drawing 3]

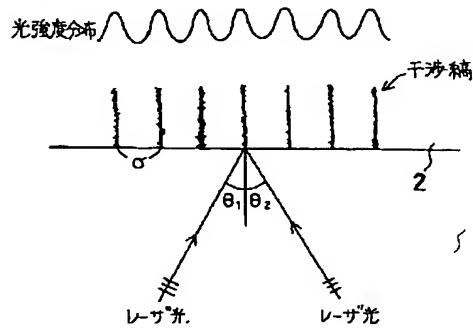
ガルバノミラーの装置構成図



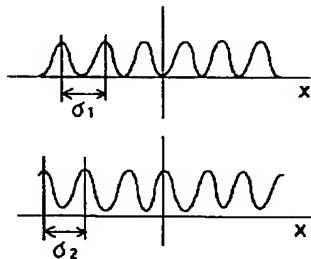
[Drawing 4]
ガルバノミラーの動作説明図



[Drawing 5]
ホログラム乾板に形成される干渉縞の説明図

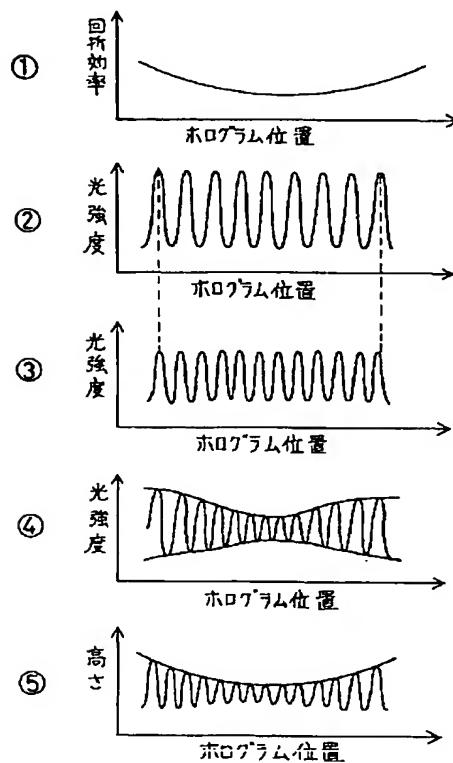


[Drawing 6]
ホログラム乾板に形成される干渉縞の説明図

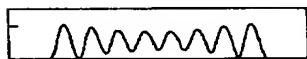


[Drawing 7]

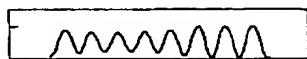
本発明によるホログラムの製造例



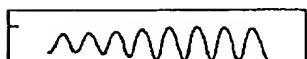
[Drawing 9]
合成露光パターン 例



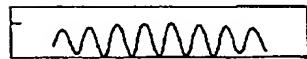
(a)



(b)



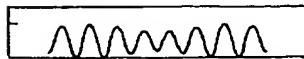
(c)



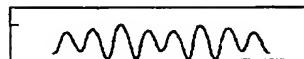
(d)

[Drawing 10]

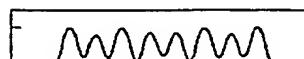
合成露光パターン例



(a)



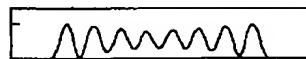
(b)



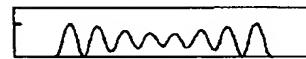
(c)

[Drawing 11]

合成露光パターン例



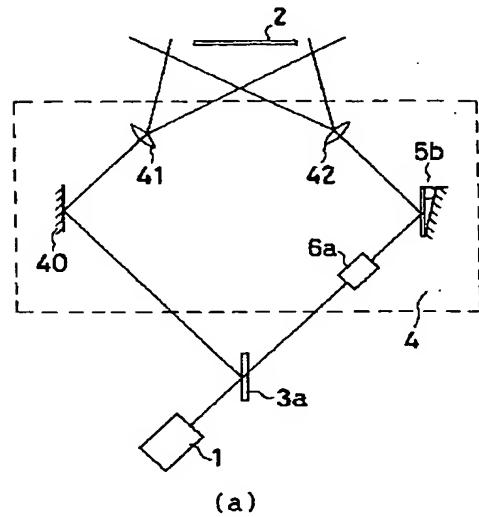
(a)



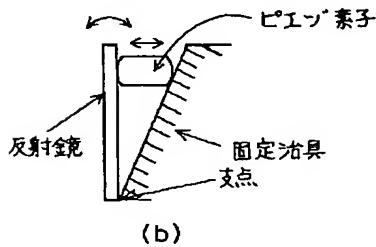
(b)

[Drawing 12]

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



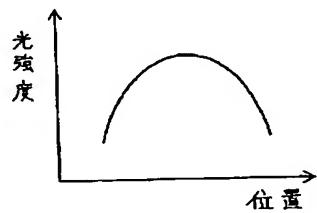
(a)



(b)

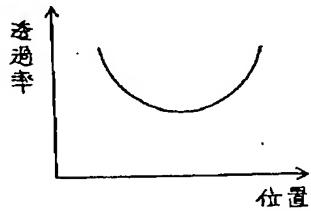
[Drawing 24]

レーザ光源の発光強度の説明図



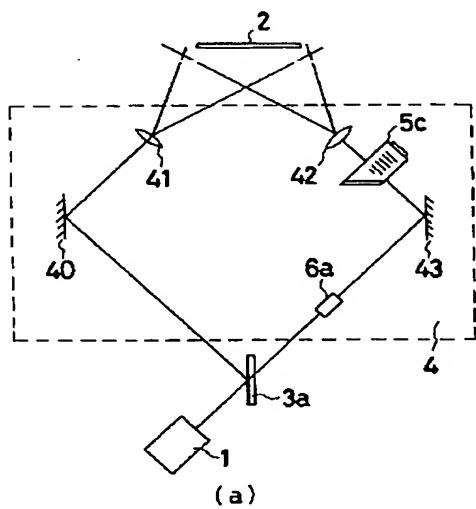
[Drawing 25]

光学フィルタの透過率の説明図

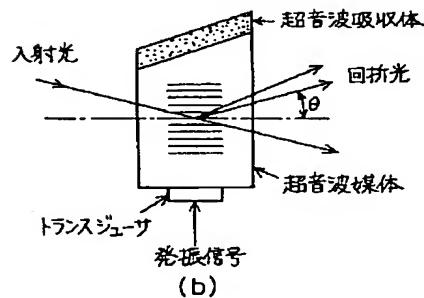


[Drawing 13]

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



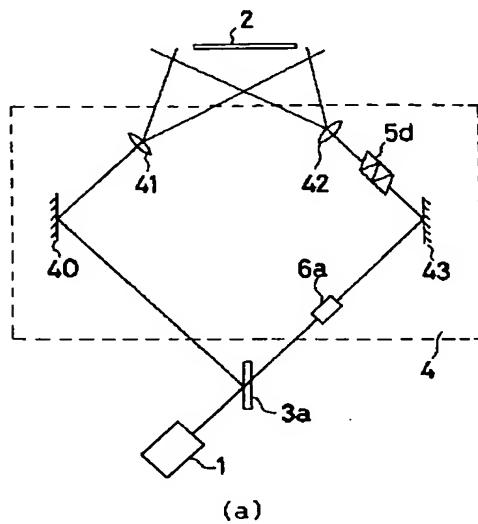
(a)



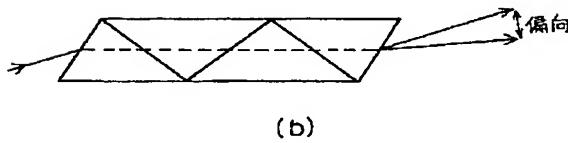
(b)

[Drawing 14]

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



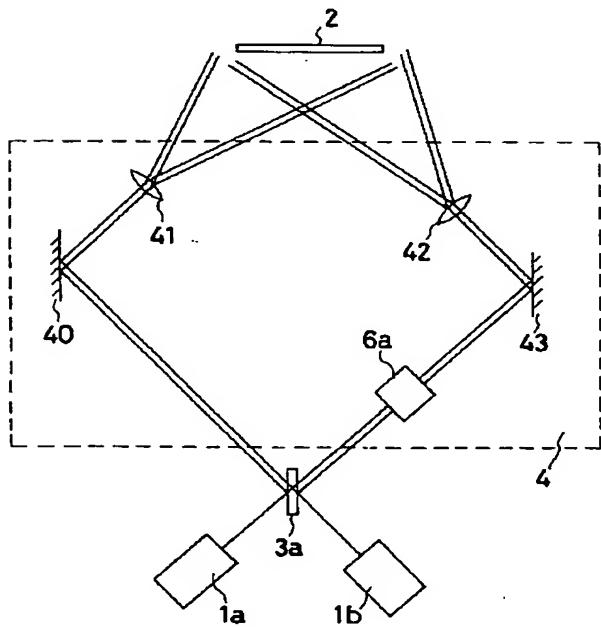
(a)



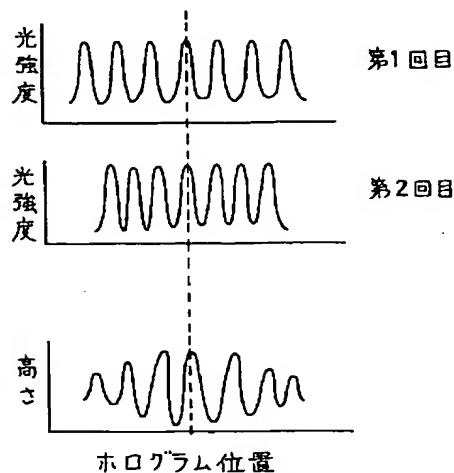
(b)

[Drawing 16]

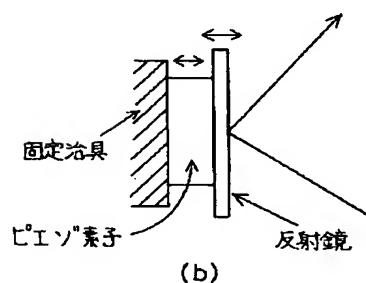
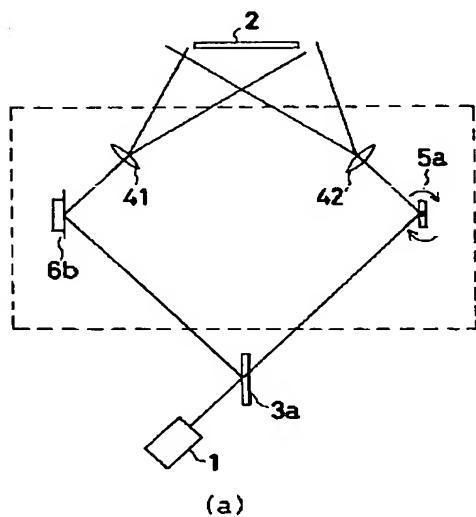
本発明のホログラム露光装置の他の実施例

[Drawing 19]

加熱による多重露光の説明図

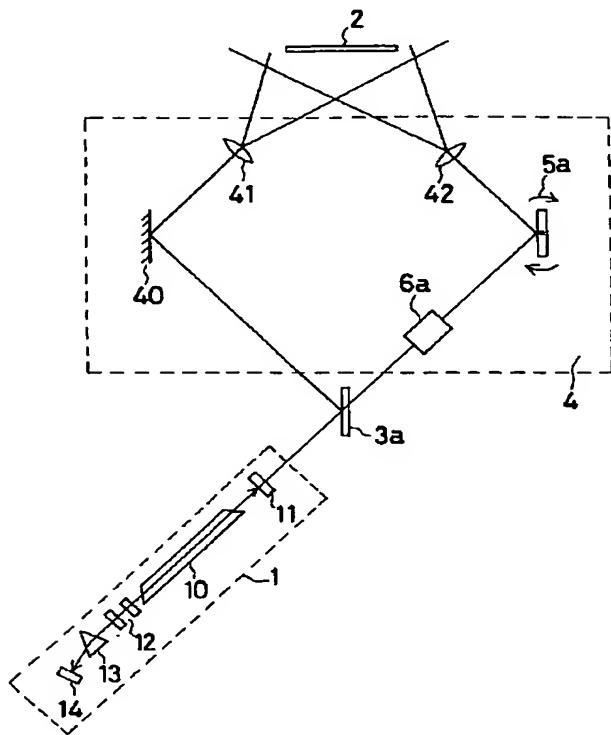


[Drawing 15]
本発明のホログラム露光装置の他の実施例



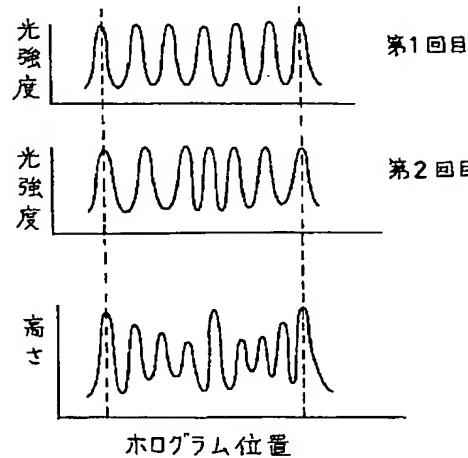
[Drawing 17]

本発明のホログラム露光装置の他の実施例



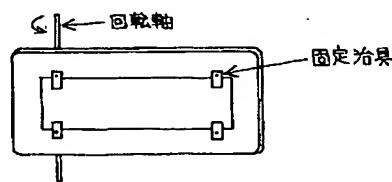
[Drawing 21]

加熱による多重露光の説明図



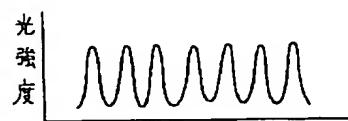
[Drawing 22]

本発明のホログラム露光装置の他の実施例

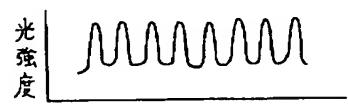


[Drawing 23]

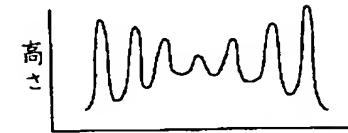
加熱による多重露光の説明図



第1回目

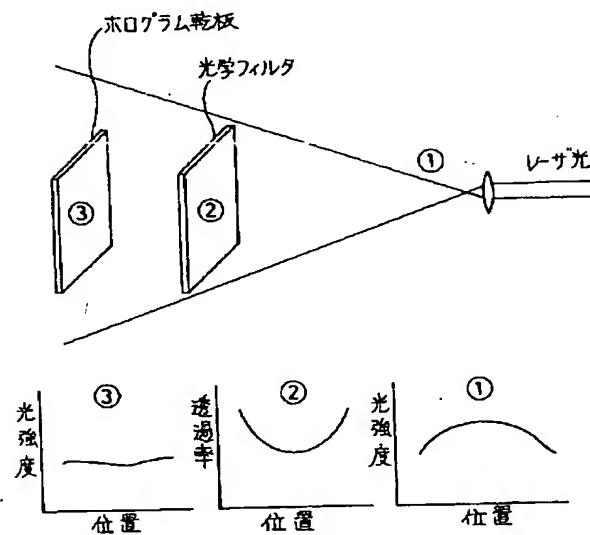


第2回目



ホログラム位置

[Drawing 26]
従来技術の説明図



[Translation done.]